



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**



**COMBINAÇÕES ENZIMÁTICAS E SEUS EFEITOS SOBRE A DIGESTIBILIDADE  
DE NUTRIENTES, DESEMPENHO, MORFOLOGIA INTESTINAL E  
ECONOMICIDADE DE DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

**JANAÍNA THAINARA DE LIMA MACIEL**

**MESTRADO**

**2020**

**JANAÍNA THAINARA DE LIMA MACIEL**

**COMBINAÇÕES ENZIMÁTICAS E SEUS EFEITOS SOBRE A DIGESTIBILIDADE  
DE NUTRIENTES, DESEMPENHO, MORFOLOGIA INTESTINAL E  
ECONOMICIDADE DE DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Sergipe como parte das exigências para obtenção do  
título de Mestre em Zootecnia.

Orientador:

Prof. Dr. Claudson Oliveira Brito

**SÃO CRISTÓVÃO-SE**

**2020**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Maciel, Janaina Thainara de Lima

M152c      Combinações enzimáticas e seus efeitos sobre a digestibilidade de nutrientes, desempenho, morfologia intestinal e economicidade de dietas para frango de corte / Janaina Thainara de Lima Maciel ; orientador Claudson Oliveira Brito. – São Cristóvão, SE, 2020.

45 f. : il.

Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, 2020.

1. Zootecnia. 2. Frango de corte. 3. Indústria avícola. I. Brito, Claudson Oliveira, orient. II. Título.

CDU 637.54'65

**JANAINA THAINARA DE LIMA MACIEL**

**COMBINAÇÕES ENZIMÁTICAS E SEUS EFEITOS SOBRE A  
DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES, DESEMPENHO,  
MORFOLOGIA INTESTINAL E ECONOMICIDADE DE DIETAS PARA  
FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Sergipe como parte das exigências para obtenção do  
título de Mestre em Zootecnia.

Aprovada, em 02 de Setembro de 2020.

---

Profa. Dra. Hemilly Cristina Menezes de Sá  
(UFMG)

---

Prof. Dr. Luiz Fernando Teixeira Albino  
(UFV)

---

Dr. Victor Ramos Sales Mendes de Barros  
(Cargill)

---

Prof. Dr. Valdir Ribeiro Júnior  
(UFS)

---

Prof. Dr. Claudson Oliveira Brito  
(Orientador - UFS)

SÃO CRISTÓVÃO-SE

*Mas é preciso ter força é preciso  
ter raça é preciso ter gana sempre quem traz  
no corpo a marca Maria, Maria mistura de dor  
e alegria.*

***Dedico***

*Ao amor, luz, sentido, entusiasmo  
da minha vida, Davi Maciel! Te amo filho.*

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Ingredientes e composição nutricional calculada das dietas experimentais utilizadas em frangos de corte no período de 14 a 21 dias de idade (Experimento I).....**29**

**Tabela 2.** Disponibilização de Energia Metabolizável (EM), Cálcio (Ca), Fósforo Disponível (P. disp.), Lisina digestível (Lis. dig), Metionina+Cistina (M+C dig), Treonina (Treo dig) a partir do uso das combinações de enzimas.....**30**

**Tabela 3.** Ingredientes e composição nutricional calculada das dietas experimentais utilizadas em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.....**31**

**Tabela 4.** Ingredientes e composição nutricional calculada das dietas experimentais utilizadas em frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.....**32**

**Tabela 5.** Efeito de combinações enzimáticas ENZ e FTU de fitase sobre o coeficiente digestibilidade da matéria seca (CDMS), energia bruta (CDEB), retenção de nitrogênio (RN) e valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn).....**33**

**Tabela 6.** Efeito de diferentes enzimas sobre o Coeficiente de digestibilidade estandardizada (%) e no conteúdo de aminoácidos digestíveis essenciais e não essenciais.....**34**

**Tabela 7.** Efeito de combinações enzimáticas sobre a altura dos vilos (AV), profundidade de cripta (PC) e relação vilo:cripta (VC) no duodeno e jejuno de frangos de corte aos 42 dias de idade.....**35**

**Tabela 8.** Efeito de combinações enzimáticas sobre o ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte em diferentes idades.....**36**

**Tabela 9.** Efeito de combinações enzimáticas sobre o rendimento de carcaça e partes (%) de frangos de corte aos 42 dias de idade.....**37**

**Tabela 10.** Descritiva dos custos das dietas e dos custos por ganho de peso GP para as fases de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade.....**38**

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Histograma de economicidade das dietas de frangos de corte, para a fase de 1 a 21 dias de idade.....**45**

**Figura 2. .** Histograma de economicidade das dietas de frangos de corte, para a fase de 22 a 42 dias de idade.....**46**

## SUMÁRIO

RESUMO .....	11
INTRODUÇÃO .....	13
MATERIAL E MÉTODOS.....	14
Valores de energia e digestibilidade de nutrientes (Experimento 1) .....	14
Desempenho, rendimento de carcaça, morfologia intestinal e economicidade das dietas (Experimento 2).....	16
Análise estatística .....	20
RESULTADOS .....	20
DISCUSSÃO.....	22
CONCLUSÕES E APLICAÇÕES.....	27
REFERÊNCIAS .....	27



**JANAÍNA THAINARA DE LIMA MACIEL**

**COMBINAÇÕES ENZIMÁTICAS EM DIETAS E SEUS EFEITOS SOBRE A  
DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES, DESEMPENHO, MORFOLOGIA INTESTINAL E  
ECONOMICIDADE EM FRANGOS DE CORTE**

*Redigido sob as normas da revista Journal of Applied Poultry Research*

1 Combinações enzimáticas e seus efeitos sobre a digestibilidade de nutrientes,  
2 desempenho, morfologia intestinal e economicidade de dietas para frangos de corte

3  
4 J. T. L. Maciel<sup>a\*</sup>, C. O. Brito<sup>a</sup>, P. E. Aleixo<sup>b</sup>, R. F. Jacob<sup>b</sup>, L. F. T. Albino<sup>b</sup>, V. R. Junior<sup>a</sup>  
5 , V. R. S. M. Barros<sup>d</sup>, H. C. M. Sá<sup>c</sup>.

6  
7  
8 <sup>a</sup>Department of Animal Science, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São  
9 Cristóvão-SE, Brazil.

10  
11 <sup>b</sup> Department of Animal Science, Universidade Federal de Viçosa, 36570-900, Viçosa-  
12 MG, Brazil.

13  
14 <sup>c</sup> Veterinary School, Universidade Federal de Minas Gerais, 31270-901, Belo Horizonte,  
15 MG, Brazil.

16  
17 <sup>d</sup> Cargill, 13091-611, Campinas-SP, Brazil.

18  
19 Público principal: nutricionista de aves, pesquisadores.

20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48 \*Contato autor: Janaína Thainara de Lima Maciel; E-mail: [Janamaci8@gmail.com](mailto:Janamaci8@gmail.com)

**RESUMO**

MACIEL, J. T. L. Combinações enzimáticas em dietas e seus efeitos sobre a digestibilidade de nutrientes, desempenho, morfologia intestinal e economicidade em frango de corte. 2020. 46f. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2020.

O presente estudo foi conduzido para compreender os efeitos de combinações enzimáticas em dietas a base de milho e farelo de soja para frangos de corte. Foram realizados dois experimentos, o primeiro para avaliar a digestibilidade de nutrientes e valor energético das dietas. E o segundo para analisar o desempenho, rendimento de carcaça, morfologia intestinal assim como determinar o custo operacional efetivo das dietas e as probabilidades de economicidade na escolha das dietas. Em ambos ensaios as aves foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2x3, sendo os tratamentos dietéticos em duas dosagens de 500 e 1000 FTU de Fitase/Kg (F500 e F1000) e três combinações enzimáticas: fitase (F), xilanase+ $\beta$ glucanase (X $\beta$ ), xilanase+ $\beta$ glucanase+protease (X $\beta$ P). Todos os dados foram submetidos à análise do pacote estatístico (SAS, 2001). Para o processamento dos dados da avaliação econômica foi obtido o custo operacional efetivo dos desembolsos com as dietas e em seguida para análise de risco foi utilizada a simulação de Monte Carlo. O A dosagem 500 FTU/kg (F500) da fitase proporcionou melhores coeficientes de digestibilidade padronizada ( $P<0,05$ ) para alguns aminoácidos quando comparado ao uso do nível 1000 FTU/kg (F1000) da fitase. Assim como apresentou melhora na integridade da morfologia intestinal. Não houve efeitos significativos para o desempenho e rendimento de carcaça com o uso das diferentes combinações. As rações F1000<sup>2</sup> e F1000X $\beta$ <sup>4</sup> proporcionaram os menores custos para as fase inicial e crescimento, respectivamente.

Palavras Chave: fitase, custo, dieta, energia metabolizável, carboidratos, histologia.

**ABSTRACT**

The present study was conducted to understand the effects of enzyme combinations in diets based on corn and soybean meal for broilers. Two experiments were carried out, the first to evaluate the digestibility of nutrients and the energy value of the diets. And the second to analyze the performance, carcass yield, intestinal morphology as well as to determine the effective operational cost of the diets and the economic probabilities in choosing the diets. In both trials the birds were distributed in a completely randomized design in a 2x3 factorial scheme, with dietary treatments in two dosages of 500 and 1000 FTU of Phytase / Kg (F500 and F1000) and three enzymatic combinations: phytase (F), xylanase +  $\beta$ glucanase (X $\beta$ ), xylanase +  $\beta$ glucanase + protease (X $\beta$ P). All data were submitted to the analysis of the statistical package (SAS, 2001). For the processing of economic evaluation data, the effective operating cost of disbursements for diets was obtained and then for Monte Carlo simulation, risk analysis was used. The dosage of 500 FTU / kg (F500) of phytase provided better standardized digestibility coefficients ( $P < 0.05$ ) for some amino acids when compared to the use of the 1000 FTU / kg (F1000) level of phytase. As well as showed improvement in the integrity of intestinal morphology. There were no significant effects on carcass performance and yield with the use of different combinations. The F10002 and F1000X $\beta$ 4 rations provided the lowest costs for the initial and growth phases, respectively.

**Keywords:** Phytase, cost, diet, energy metabolizable, carbohydrase.

## INTRODUÇÃO

Maximizar o uso de nutrientes das dietas pelas aves é uma busca constante, para isso a utilização de enzimas exógenas tem sido frequente visando reduzir as variabilidades nutricionais existentes [1, 2]. Compostos antinutricionais estão presentes em dietas a base de milho e farelo de soja, em menor quantidade [3] se comparado aos cereais de inverno como cevada, cenceio, trigo [4, 5, 6] entretanto alta inclusão da combinação milho e farelo de soja na dieta, resulta em participação considerável dos compostos antinutricionais [7].

Atualmente a principal tecnologia que contribui para eficiência na utilização de nutrientes, redução de custos e sustentabilidade ambiental é a utilização das enzimas seja de forma individual ou combinada [8, 9, 10]. O uso de enzimas combinadas visam agir sobre diferentes compostos antinutricionais existentes nos alimentos, obtendo máximo benefício da dieta [11]. Fitases, carboidrases e proteases compreendem a grande maioria das classes de enzimas utilizadas atualmente [12].

O uso estratégico das enzimas deve levar em consideração a quantidade de nutrientes existentes em sua matriz nutricional [13], a qual é obtida por avaliação de ensaios para determinação da digestibilidade de nutrientes e do desempenho das aves [12]. O uso adequado das enzimas permite a redução na inclusão de ingredientes de alto custo como milho, óleo e farelo de soja, sem danos no desempenho.

Portanto, o presente estudo foi conduzido para avaliar a eficiência de combinações enzimáticas na disponibilização de nutrientes, avaliados a partir da digestibilidade de nutrientes e valor energético das dietas, desempenho, rendimento de carcaça morfologia intestinal, bem como determinar a ração com menor custo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado com autorização da Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção (CEUAP) da Universidade Federal de Viçosa (approval no. 020/2019).

Valores de energia e digestibilidade de nutrientes (Experimento 1)

Aves e procedimentos experimentais

Um total de 216 frangos de corte machos Cobb 500 aos 14 dias de idade e peso médio de  $450,0 \pm 5,0$  g foram usados para determinar os valores de EMA e EMAn. As aves foram criadas no período de 1 a 13 dias de idade em galpão convencional com controle de temperatura e iluminação. As aves foram alimentadas com dieta formulada para atender às necessidades de energia e nutrientes, seguindo as recomendações de [14]. Aos 14 dias de idade as aves foram alojadas em gaiolas de metabolismo (0,50 x 0,50 x 0,40m) equipadas com comedouros e bebedouros nipple distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3, sendo os tratamentos dietéticos em duas dosagens de 500 e 1000 FTU de Fitase/Kg (F500 e F1000) e três combinações enzimáticas: fitase (F), xilanase+ $\beta$ glucanase (X $\beta$ ), xilanase+ $\beta$ glucanase+protease (X $\beta$ P) totalizando 6 tratamentos com 6 repetições e 6 aves por repetição.

Dietas

As dietas a base de milho e farelo de soja foram formuladas seguindo as recomendações de [14] para a fase. Utilizou-se cinza ácida insolúvel em ácido clorídrico como indicador do fator de indigestibilidade e a dieta isenta de proteína para determinação da perda endógena (Tabela 1). As combinações enzimáticas tiveram inclusão de 0,05% e propuseram atender suas matrizes nutricionais principalmente para os valores de energia

metabolizável, cálcio, fósforo disponível, lisina, metionina+cisteína e treonina digestível (Tabela 2).

#### Valores de energia

O ensaio para determinação dos valores da EMA e EMAn a seguiu-se o métodos clássico de coleta total de excretas. Os cinco primeiros dias de adaptação das aves às dietas e as gaiolas metabólicas. A coleta total da excretas foi realizadas durante cinco dias, duas vezes ao dia, em bandejas revestidas com plástico e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer a -20°C até o momento das análises, como preconizado por [16]. Ao final do período experimental, as excretas foram colhidas e secas em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas. Após a moagem essas amostras foram analisadas quanto à matéria seca, nitrogênio, energia bruta. A determinação dos valores de EMA, EMAn foram calculadas usando a equação proposta [21]:

$$AME \text{ (kcal/kg)} = (EB_{\text{ingerida}} - EB_{\text{excretada}}) / MS_{\text{ingerida}}$$

$$AMEn \text{ (kcal/kg)} = (EB_{\text{ingerida}} - EB_{\text{excretada}}) + 8,22 * (N_{\text{ingerido}} - N_{\text{excretado}}) / MS_{\text{ingerida}}$$

#### Digestibilidade de aminoácidos

Para a digestibilidade aparente e estandardizada dos aminoácidos foi realizado a coleta ileal aos 21 dias de idade. Todas as aves da repetição foram abatidas, e o conteúdo íleal existente 2 cm posterior ao divertículo de Merkel e a 5 cm anterior a junção íleo-cecóclica foi coletado como preconizado por [15, 16].

#### Análises químicas

As dietas experimentais e excretas foram analisadas quanto à matéria seca, nitrogênio e energia bruta seguindo o preconizado [18]. O conteúdo de aminoácidos totais da digesta e das dietas foram analisadas seguindo o preconizado por [19]. A cinza ácida insolúvel em ácido clorídrico foi analisada de acordo com [20].

Os dados para o Coeficiente Digestibilidade da Energia Bruta CEB, Coeficiente Digestibilidade do Nitrogênio CDN, Retenção de Nitrogênio RN, Coeficiente Digestibilidade da Matéria Seca CDMS e a determinação dos Coeficientes de Digestibilidade Aparente CDA e Estandarizada CDE para os aminoácidos, seguiram o preconizado por [16].

Desempenho, rendimento de carcaça, morfologia intestinal e economicidade das dietas (Experimento 2)

Aves e procedimentos experimentais

Um total de 1.200 frangos de corte machos Cobb 500 com um dia de idade e peso médio de  $48 \pm 2,0$  g provenientes de incubatório comercial foram usados para determinar o desempenho, rendimento de carcaça, morfologia intestinal e economicidade de dietas, foram alojados em boxes com dimensões de 1x2 m, equipado com comedouro tubular, bebedouro nipple e piso de maravalha no período de 1 a 42 dias. Distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3, sendo os tratamentos dietéticos em duas dosagens de 500 e 1000 FTU de Fitase/Kg (F500 e F1000) e três combinações enzimáticas: fitase (F), xilanase+ $\beta$ glucanase (X $\beta$ ), xilanase+ $\beta$ glucanase+protease (X $\beta$ P) totalizando 6 tratamentos com 10 repetições e 20 aves por repetição.

Dietas



As dietas a base de milho e farelo de soja foram formuladas seguindo as recomendações de [14] para as fases de 1 a 21 (Tabela 3) e 22 a 42 (Tabela 4) dias de idade. As combinações enzimáticas tiveram a inclusão de 0,05%.

#### Análises químicas

As dietas experimentais foram analisadas quanto à matéria seca, nitrogênio, energia bruta, seguindo o proposto por [18].

#### Desempenho

As rações e as aves foram pesadas nos dias 0, 21 e 42 dias de idade das aves. Os dados de ração e peso das aves foram utilizadas para calcular ganho de peso GP, consumo de ração CR e conversão alimentar CA [16].

#### Rendimento de carcaça e cortes comerciais

Aos 42 dias de idade, uma ave por repetição foi selecionada com base no peso médio, totalizando dez aves por tratamento. As aves foram abatidas para avaliação dos pesos de peito com osso, coxa, sobrecoxa e asa, bem como o rendimento de carcaça e partes.

#### Morfologia Intestinal

Para as análises morfológicas, foram colhidos segmentos de dois centímetros da porção medial do duodeno e jejuno de dez aves por tratamento. Esses foram cortados transversalmente, lavados e fixados em solução de formalina tamponada a 4% por 24h. Posteriormente, foram transferidos para álcool 70%, desidratados em uma série crescente de alcoóis, diafanizados em xilol e incluídos em parafina. Com o uso do micrótomo foram

obtidos cortes de cinco micrometros ( $\mu\text{m}$ ) de espessura, os quais foram corados com a técnica de hematoxilina e eosina [17]. Nestes cortes, com microscópio ótico acoplado a um sistema analisador de imagens ImageJ software (National Institutes of Health, USA) e a um computador, foram medidas a altura das vilosidades e a profundidade das criptas. As medidas de altura das vilosidades foram tomadas a partir da região basal para o topo da vilosidade, a profundidade de cripta foi medida a partir da base da vilosidade até a submucosa, a relação vilo:cripta foi obtida ao dividir a altura do vilo pela profundidade da cripta [17].

#### Custo operacional efetivo das dietas e simulação de risco

O levantamento dos custos com nutrição seguiu preconizado por [22] no qual foi obtido o custo operacional efetivo (COE) das dietas. As cotações dos preços dos ingredientes foram retiradas do IPEAdata – IPEA (2020) com base em séries históricas de 2017 a 2020 e os mesmos deflacionados pelo IGP-DI (Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna) da Fundação Getúlio Vargas (2020). Para mensurar os riscos, existem distintas metodologias, em que se destacam: análise de sensibilidade, elaboração de cenários e simulação de Monte Carlo (SMC). Neste ensaio optou-se pela Simulação de Monte Carlo [23], na qual estima o risco na escolha de investimento em dada dieta com diferentes combinações enzimáticas e seleção dos ingredientes de acordo com o desempenho de frangos de corte nas idades de 1 a 21 e 22 a 42 dias. Para a simulação foram consideradas 21 variáveis de entrada (*inputs*), sendo probabilística para os preços do milho, farelo de soja, óleo de soja e conversão alimentar (CA) e determinística para os demais ingredientes (18 *inputs*). Após a definição das variáveis relevantes busca-se as distribuições de probabilidade teóricas que lhes sejam mais adequadas. De forma, existindo uma série de dados históricos, para a variável analisada, é possível ajustá-la a

uma distribuição de probabilidade conhecida: normal, beta, gama, exponencial, triangular [24]. Os preços do milho e farelo de soja assumiram uma distribuição normal, de acordo com [25] a distribuição normal para os modelos econômicos em condições de incerteza é rigorosamente justificável, alegando ainda a facilidade de se obter a média e o desvio padrão. Para verificação se os dados levantados para os preços de milho e farelo de soja obedeciam a uma Distribuição Normal, os mesmos foram submetidos ao teste Kolmogorov-Smirnov (K-S) a 5% de probabilidade. Os preços do óleo de soja assumiram uma distribuição triangular uma vez que houve dificuldade em encontrar dados históricos para essa variável. [26] evidencia que é possível utilizar a distribuição triangular especificando os valores mínimo, máximo e mais provável. Por conseguinte, foram determinados os *outputs* (valores de saída) sendo esses: custos operacionais efetivos da dieta (R\$/kg de dieta) e por quilo de ganho de peso (R\$/kg de dieta x Conversão alimentar). Para uma correta operacionalização da SMC, a mesma foi replicada por 10.000 vezes para obtenção de uma amostra representativa. A equação que descreve a obtenção do custo desembolsável com nutrição por tratamento, em cada simulação segue descrita abaixo:

$$COE_{din} = Q_{mdi} \times PV_{ingdin} + Q_{sfdi} \times PV_{ingdin} + Q_{osdi} \times PV_{ingdin} + Q_{dingdi} \times PV_{dingdi}$$

COE<sub>din</sub> = Custo operacional efetivo da dieta i gerado na simulação n;

Q<sub>mdi</sub> = Quantidade de milho na dieta i, kg;

Q<sub>fsdi</sub> = Quantidade de farelo de soja na dieta i, kg;

Q<sub>osdi</sub> = Quantidade de óleo de soja na dieta i, kg;

Q<sub>dingdi</sub> = Quantidade de cada um dos demais ingredientes na dieta i;

PV<sub>ingdin</sub> = Preço de venda dos ingredientes probabilísticos na dieta i na simulação n;

PV<sub>dingdi</sub> = Preço de venda dos cada ingredientes determinísticos na dieta i;

Com os resultados das saídas dos custos operacionais efetivos das dietas foram calculadas as probabilidades de ocorrência de cada evento, bem como as médias e desvio padrão de cada tratamento. Para a estimar a economicidade, objetivando determinar a dieta com menor custo e maior ganho, bem como a probabilidade de ocorrência em função das

oscilações dos preços dos ingredientes. Foi selecionada a dieta com menor custo operacional efetivo por quilo de ganho de peso em cada fase e a mesma foi confrontada com as demais, obtendo dessa forma, a economia em valores monetários R\$ a cada quilo de carne produzido e a probabilidade redução dos desembolsos com nutrição em função da escolha. Para representação gráfica da probabilidade de economia na escolha das dietas, foi gerado um histograma, representando a fase de 1 a 21 Imagem 1 e a fase 22 a 42 dias de idade Imagem 2.

#### Análise estatística

Os dados da variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância utilizado o PROC GLM dos SAS (2001). Os efeitos dos níveis de FTU/kg de fitase e suas interações com as combinações enzimáticas foram analisados pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. Para avaliar qual distribuição de probabilidade se ajusta aos valores dos custos operacionais efetivos das dietas foi aplicado o teste Kolmogorov-Smirnov (K-S) a a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS

Os dados para os Coeficiente Digestibilidade da Matéria Seca CDMS, Coeficiente Digestibilidade de Nitrogênio CDN, Retenção de Nitrogênio RN, Coeficiente Digestibilidade da Energia Bruta CDEB, Energia Metabolizável Aparente EMA, Energia Metabolizável Aparente corrigida pelo balanço de Nitrogênio EMAn, estão apresentados na Tabela 5. Para essas variáveis não foi observado interações entre os efeitos FTU x ENZ. Somente os valores para EMA e EMAn apresentaram resultados significativos ( $P < 0,05$ ), para o efeito ENZ.

Os dados para a digestibilidade estandardizada (%) e conteúdo de aminoácidos digestíveis estão apresentados na Tabela 6. Somente os aminoácidos Cistina e Leucina apresentaram interações significativas ( $P < 0,005$ ) para FTU x ENZ. Houveram resultados significativos ( $P < 0,05$ ) o tratamento F500<sup>1,3,5</sup> resultou em melhores coeficientes da digestibilidade estandardizada (%) para os aminoácidos: Cistina, valina, fenilalanina, leucina, isoleucina, se comparado ao tratamento F1000<sup>2,4,6</sup> para o efeito FTU. Os aminoácidos cistina, leucina, ácido glutâmico apresentaram resultados significativos ( $P < 0,005$ ) para o efeito ENZ.

Os dados sobre a altura dos vilos e profundidade das criptas no duodeno e jejuno estão apresentados na Tabela 7. Somente a profundidade de cripta no jejuno apresentou resultado significativo ( $P < 0,05$ ) para a interação FTU x ENZ. Houveram resultados significativos ( $P < 0,05$ ) para a profundidade de cripta e relação vilo:cripta. O tratamento F1000<sup>2,4,6</sup> apresentou maior profundidade de cripta em relação ao tratamento F500<sup>1,3,5</sup>. Para a relação vilo:cripta ocorreu o inverso, ou seja, maiores valores foram identificados para o tratamento F500<sup>1,3,5</sup> em comparação ao tratamento F1000<sup>2,4,6</sup> no duodeno e jejuno para o efeito FTU. Observou-se resultados significativos ( $P < 0,05$ ), com maior valor para profundidade de cripta no tratamento F500/F1000<sup>1,2</sup> no duodeno em relação aos demais tratamentos. Verificou-se ainda resultados significativos ( $P < 0,05$ ) para altura do vilo e relação vilo:cripta no jejuno para o efeito ENZ.

Os dados resultantes da avaliação do desempenho, rendimento de carcaça e cortes (%) estão apresentados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente. Não houveram diferenças significativas ( $> 0,05$ ) para os efeitos FTU e ENZ em nenhum dos parâmetros avaliados. A avaliação do custo operacional efetivo com as dietas, e do custo por kg de ganho de peso das aves para as fases de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade, apresentam-se na Tabela 10. Para a fase de 1 a 21 dias a dieta F1000<sup>2</sup> apresentou em média o menor custo por kg

de ração e menor custo por kg de ganho de peso, para a fase de 22 a 42 dias esse resultado foi observado na dieta F1000X $\beta$ <sup>4</sup>.

A avaliação da probabilidade de economicidade na escolha da dieta foram apresentados nos histogramas, sendo a primeira para a fase de 1 a 21 e para a fase de 22 a 42 dias de idade. Verifica-se que existe 69,66% de probabilidade de economia na escolha da dieta contendo a dosagem 1000 FTU/kg de Fitase de forma individual em relação as demais dietas, para a fase de 1 a 21 dias de idade apresentando uma economia média de R\$ 0,0354 por kg de ganho. Essa chance de assertividade na escolha da dieta é aumentada para a fase de 22 a 42 dias de idade para cerca de 75,69% da dieta contendo 1000FTU/kg de fitase em combinação com xilanase e  $\beta$ glucanase em relação as demais rações apresentando uma economia média de R\$ 0,059 com 95% de probabilidade do intervalo de confiança da média de R\$ 0,0573 até R\$ 0,0608.

## DISCUSSÃO

A digestibilidade dos nutrientes a partir do uso das enzimas, são avaliados através de alguns parâmetros de metabolizabilidade, dentre eles o CDMS, CDN, RN, CDEB que no presente estudo apresentam similaridade estatística. Estudos anteriores apresentaram a estreita relação no uso de enzimas de forma combinadas com a melhoria da disponibilização energética [27, 28]. Ao analisarmos a matriz de oferta de nutrientes a partir do uso das combinações enzimáticas, é possível verificar o aumento gradual simultâneo da energia metabolizável e dos aminoácidos lisina, metionina+cistina, treonina. O que justifica a formulação da dieta do experimento I, onde verifica-se diminuição gradual no nível de inclusão dos ingredientes óleo de soja, farelo de soja, DL-Metionina, L-Treonina, respectivamente.

O aumento da energia metabolizável a partir do uso das combinações de enzimas, do tratamento com menor disponibilização F500/F1000<sup>1,2</sup> em relação ao tratamento

XβP<sup>5,6</sup> com a maior disponibilidade energética, permitiu reduções no nível de inclusão de ingredientes. Autores afirmam que uso adequado das enzimas combinadas, autoriza diminuições estratégicas, através do aumento no valor nutricional da dieta, sem danos no desempenho e rendimento de carcaça, e resulta em benefícios econômicos [6, 27].

De maneira geral, os resultados dos coeficientes da digestibilidade estandardizada (%) apresentam semelhança de valores, mesmo com a redução na inclusão dos ingredientes, demonstrando maximização na disponibilização dos aminoácidos digestíveis a partir do uso das combinações enzimáticas, assim como na utilização eficiente dos nutrientes pelas aves. É importante ressaltar que a redução na inclusão dos aminoácidos sintéticos na formulação das dietas, está vinculado a liberação de aminoácidos anteriormente encapsulados no conteúdo celular dos ingredientes vegetais.

A utilização da fitase melhora a oferta de energia metabolizável através da redução na perda de aminoácidos endógenos [29, 30, 31]. Além disso, a adição da fitase reduz a energia metabólica destinada para produção da mucina, devido ao maior turnover celular causado pelo fitato presente na dieta [32]. Alterações nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos, podem ocorrer através da digestão melhorada ou devido a redução na secreção de proteínas endógenas ricas em aminoácidos [33]. Estudo anterior encontrou interação significativa na suplementação enzimática da fitase combinada com multcarboidrase para o coeficiente de digestibilidade aparente do aminoácido leucina. Este mesmo aminoácido apresentou resultado significativo no uso da fitase individual para o coeficiente de digestibilidade ileal estandardizada. Para o aminoácido cistina, o mesmo estudo não observou interação dos fatores fitase comparado a uma combinação de multcarboidrases, o que difere do presente estudo [27].

Os resultados satisfatórios no uso da fitase em dosagem de 1000 FTU/kg é associado aos efeitos extra-fosfóricos, promovendo benefícios na retenção de energia e

aminoácidos [34]. O fitato possui 6 grupos fosfato através dos quais podem se ligar aos nutrientes da dieta e as secreções endógenas, levando a redução da digestibilidade dos nutrientes e aumento da demanda energética para produção das enzimas endógenas digestivas [35].

A capacidade quelante do fitato aos nutrientes da dieta e as secreções endógenas pode ser completamente eliminado se o fitato for integralmente hidrolisado, pois os produtos do fitato parcialmente hidrolisados ainda possuem a capacidade de ligação aos nutrientes e secreções endógenas [36].

Estudos anteriores mostram que o efeito da protease na digestibilidade dos nutrientes tem sido inconsistente [37, 7, 38, 39]. Os benefícios no uso da enzima protease em dietas a base de milho e farelo de soja contendo outras enzimas como fitase e xilanase precisam ser melhor investigados [39].

Com a maior disponibilização de nutrientes no lúmen intestinal a partir da redução dos compostos antinutricionais, a avaliação da integridade intestinal é pertinente. A suplementação de enzimas, pode aumentar a altura das vilosidades proporcionando maior superfície de contato, ou até neutralização dos efeitos negativos causados pela presença de compostos antinutricionais na dieta [40, 41].

De acordo com [42] as enzimas podem agir indiretamente na neutralização de efeitos como atrofia, espeçamento, encurtamento dos vilos, assim como reduzir o efeito de aprofundamento da cripta. A maior relação vilo:cripta é observada com a maior altura do vilo e menor profundidade da cripta como observado nos tratamentos do efeito FTU. A profundidade de cripta no duodeno apresentou resultado significativo para o efeito FTU, o tratamento F1000<sup>2,4,6</sup> apresentou profundidade acentuada, o mesmo ocorreu no efeito ENZ, no tratamento F500/F1000<sup>1,2</sup> sendo possível afirmar que as aves de ambos os tratamentos tiveram maior desvio energético para manutenção do epitélio intestinal.



Esta manutenção descrita acima gera custo energético elevado, estima-se que aproximadamente 20% da energia bruta consumida é utilizada para renovação da mucosa intestinal, maior profundidade da cripta indica turnover mais intenso, para o aumento da produção dos enterócitos [43]. No jejuno os tratamentos do efeito ENZ possuem as maiores alturas dos vilos, ao mesmo tempo em que apresentam os maiores valores para EMA e EMAn, certamente devido a maior quantidade de monoglicídeos, carboidratos simples, ácidos graxos livres, lisofosfolipídeos, aminoácidos, vitaminas lipossolúveis disponíveis para absorção. Resultado que reflete diretamente na interação vilo:cripta, quanto maior a relação melhor aproveitamento energético.

De acordo com [44] o jejuno e o íleo são os principais sítios de absorção das micelas. Poucos estudos exploraram o efeito da suplementação enzimática na morfologia intestinal de frangos de corte em dietas à base de milho e farelo de soja [45]. A investigação comparativa sobre a influência dos polissacarídeos não amiláceos oriundos de diferentes fontes cereais sobre a morfologia intestinal de frangos são limitados [40]. O aumento da altura das vilosidades e da área superficial pode indicar melhoria geral da capacidade digestiva e de absorção do intestino delgado em resposta ao maior fluxo de nutrientes [45, 46].

De maneira geral, a semelhança estatística nas variáveis justifica e induz a similaridade nos parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça e cortes. Estudos afirmam que o rendimento de carcaça e cortes não são efetivamente influenciado pela utilização de enzimas nas dietas [33, 47]. É sabido que a melhoria absorptiva, permite uma considerável maximização na utilização dos nutrientes, resultados que solidificam a eficiência das combinações enzimáticas e possibilitam a redução na inclusão de ingredientes onerosos, sem perdas produtivas. A falta efeitos significativos na avaliação

estatística não quer dizer que as combinações enzimáticas não tenham sido capazes de degradar seus respectivos substratos e assim atender as exigências propostas [48].

No presente estudo as combinações de enzimas foram eficientes na disponibilização de nutrientes, o que refletiu de forma benéfica no desempenho, sustentando os índices produtivos, mesmo com a redução na inclusão de ingredientes com importante contribuição nutricional.

De forma prática a escolha da melhor combinação de enzimas deve estar vinculado a valores de mercado, levando em consideração as oscilações que podem ocorrer nos preços das principais *commodities* agrícolas brasileiras. Ao reconhecer que os preços dependem de uma série de fatores do sistema econômico que são de certa forma aleatórios, modelos classificados como determinísticos passaram a receber questionamentos, dando espaço para modelos mais realísticos considerando risco ou incerteza, que são caracterizados por fatores como preço de mercado e produção [49]. O presente estudo mostra que a utilização de enzimas reflete no nível de inclusão de ingredientes como milho, farelo de soja e óleo de soja.

Foi observado que a dieta do tratamento F1000<sup>2</sup> resultou em menor custo operacional efetivo com nutrição para a fase de 1 a 21 dias. O custo operacional efetivo é composto por desembolsos mensais para manutenção do sistema de produção[50]. Os bons resultados proporcionado pelo tratamento 2, no uso da fitase na dosagem 1000FTU/kg na melhora da utilização de energia e na digestibilidade de aminoácidos, assim como no bom desempenho e rendimento de carcaça, vinculado a alta probabilidade de economia na escolha desta dieta direciona os nutricionista como a ração de melhor custo benefício para a fase de 1 a 21 dias de idade. O mesmo comportamento ocorre com a dieta do tratamento 4 contendo a dosagem 1000 FTU/kg de fitase em combinação com xilanase e  $\beta$ glucanase para a fase 22 a 42 dias de idade.

Sendo assim, para o alcance da melhoria da eficiência digestiva e ao mesmo tempo produtiva, é importante o uso de matrizes nutricionais adequadas aos complexos enzimáticos, ou seja, uma reformulação ajustada aos níveis nutricionais levando em consideração os nutrientes disponibilizados pela hidrólise enzimática.

### CONCLUSÕES E APLICAÇÕES

1. Não há diferença nos parâmetros de desempenho com o uso das diferentes combinações.

2. O uso da fitase na dosagem 1000 FTU/kg individual para a fase de 1 a 21, assim como a utilização de forma combinada com xilanase e  $\beta$ glucanase para a fase de 22 a 42 dias de idade das aves proporcionaram os menores custos por kg das rações, e os menores custos por kg de ganho de peso, respectivamente.

3. O uso da fitase na dosagem 500 FTU/kg, assim como em combinação com xilanase e  $\beta$ glucanase auxiliam na melhoria da integridade intestinal.

### AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), a Universidade Federal de Viçosa, e a Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC) pelo financiamento do presente estudo.

### REFERÊNCIAS

1. Alagawany, M., Elnesr, Sh. S., Farag, M. R. 2018. The role of exogenous enzymes in promoting growth and improving nutrient digestibility in poultry. Iranian Journal of Veterinary Research. 19:157-164.

2. Walters, H.G., Brown, B., Augspurger, N., Brister, R., Rao, S., Lee, J. T. 2018. Evaluation of NSPase inclusion in diets manufactured with high-and low-quality corn on male broilers. Journal of Applied Poultry Research. 27: 228-239.

- 474           3. Rosen, G. D. 2002. Exogenous enzymes as pro-nutrients in broiler diets. in:  
475   Recent advances in Animal Nutrition. Garnsworthy, P.C. & Wiseman, J. ed. Nottingham  
476   University Press, Nottingham. 89-104.
- 477           4. Bedford, M.R. 2000. Exogenous enzymes in monogastric nutrition- their  
478   current values and future benefits. *Animal Feed Science and Technology*, 86: 1-13.
- 479           5. Choct, M. 2006. Enzymes for the feed industry: past present and future. *World's*  
480   *Poultry Science Journal*, 62: 5-15.
- 481           6. Adeola, O., Cowieson, A.J. 2011. Board-invited review: Opportunities and  
482   challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. *J.*  
483   *Anim. Sci.* 89: 3189-3218.
- 484           7. Romero, L.F., Parsons, C.M., Utterback, P.L., Plumstead, P.W., Ravindran, V.  
485   2013. Comparative effects of dietary carbohydrases without or with protease on the ileal  
486   digestibility of energy and amino acids and AMEn in young broilers. *Animal Feed*  
487   *Science and Technology*. 181: 35-44.
- 488           8. Nahm, K. H. 2002. Efficient feed nutrient utilization to reduce pollutants in  
489   poultry and swine manure. *Critical Reviews in environmental science and technology*.  
490   32: 1-16.
- 491           9. Oxenboll, K. M., Pontoppidan, K., Fru-Nji, F. 2011. Use of a protease in poultry  
492   feed offers promising environmental benefits. *International Journal of Poltry Science*. 11,  
493   842-848.
- 494           10. Wickramasuriya, S.S., Kim, E., Shin, T.K., Cho, H.M., Kim, B., Patterson, R.,  
495   Young-Joo, Y., Sungkwon, P., Balasubramanian, B., Heo, J.M. 2019. Multi-  
496   Carbohydrase addition into a corn-soybean meal diet containing wheat and wheat by  
497   products to improve growth performance and nutrient digestibility of broiler chickens.  
498   *Appl. Poult. Res.* 28: 399-409.

- 499           11. Cowieson, A.J., Bedford, M.R., Ravindran, V. 2010. Interactions between  
500   xylanase and glucanase in maize-soy-based diets for broilers. *British Poultry Science* 51:2  
501   246-57.
- 502           12. Bedford, M.R., Cowieson, A. J. 2019. Matrix values for exogenous enzymes  
503   and their application in the real world. *Appl. Poult. Res.* 29:15-22.
- 504           13. Pasquali, G. A.M., Oliveira, R. F., Aiello, P. A. B., Polycarpo, G. V.,  
505   Crivellari, R., Polycarpo, V. C. C. 2017. Performance and economic viability of broiler  
506   chicken fed diets with multienzyme complexes.
- 507           14. Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Hannas, M.I., Donzele, J.L., Sakomura, N.K.,  
508   Perazzo, F.G., Saraiva, A., Abreu, M.L.T., Rodrigues, P.B., Oliveira, R.F., Barreto,  
509   S.L.T., Brito, C.O. 2017. *Brazilian Tables for Poultry and Swine: Composition of*  
510   *Feedstuffs and Nutritional Requirements*, 4rd ed. Imprensa Universitária, Viçosa.
- 511           15. Kluth, H., Mehlhorn, K., Rodehutschord, M. 2005. Studies on the intestine  
512   section to be sampled in broiler studies on precaecal amino acid digestibility. *Arch. Anim.*  
513   *Nutr.* 59:271-279.
- 514           16. Sakomura, N.K., Rostagno, H.S. 2016. *Métodos de Pesquisa em Nutrição de*  
515   *Monogástricos*. 2.ed. 262 p. Jaboticabal.
- 516           17. Wawrzyniak, A., Kapica, M., Stepień-Pyśniak., Dagmara., Luszezewska-  
517   Sierakowska, I., Szewerniak, R., Jarosz, L. 2017. The effect of dietary supplementation  
518   of transcarpathian zeolite on intestinal morphology in female broiler chickens. *J. Appl.*  
519   *Poult. Res.* 26: 421-430.
- 520           18. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2012. *Official Methods*  
521   *of Analysis*, 19<sup>th</sup> edition. AOAC, Gaithersburg, MD.

- 522           19. White, J. A., Hart, R. J., Fry, C. 1986. Na evaluation pf the Waters Pico-Tag  
523   system for the amino-acid analysis of food materials. Journal of clinical Laboratory  
524   Automation. 170-177.
- 525           20. Van Keulen, J., Young, B. A. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a  
526   natural marker in ruminant digestibility studies. J. Anim. Sci. 44:282-287.
- 527           21. Matterson, L. D., Potter, L. M., Stutz, M.W. 1965. The metabolizable energy  
528   of feed ingredients for chickens. Agric. Exper. Stat. Res. Report. 7:3-11.
- 529           22. Matsunaga, M., Bemelmans, P.F., Toledo, P. E.N., Dulley, R. D., Okawa, H.,  
530   Peroso, I. A. 1976. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. Agricultura em  
531   São Paulo. 23: 123-139.
- 532           23. Yoriyaz, H. 2009. Método de Monte Carlo: Princípios e aplicações em física  
533   médica. Revista Brasileira de Física médica. São Paulo, 3:141-149
- 534           24. Ehrlich, P. J., Moraes, E. A. 2005. Engenharia econômica: Avaliação e seleção  
535   de projetos de investimento. 06:177.
- 536           25. Corrar, L. J. 1993. O modelo econômico da empresa em condições de incerteza  
537   aplicação do método de simulação de Monte Carlo. Caderno de estudos. 08:1-11.
- 538           26. Savage, S. 1996. Statistical analysis for the masses. Statistics and public policy.  
539   Bruce Spence.
- 540           27. Gallardo, C., Dadalt, J. C., Kiarie, E., Trindade Neto, M. A. 2017. Effects of  
541   multi-carbohydrase and phytase on standardized ileal digestibility of amino acids and  
542   apparent metabolizable energy in canola meal fed to broiler chicks. Poultry Science.  
543   96:3305-3313.
- 544           28. Lu, H., Adedokun, S. A., Preynat, A., Legrand-Defretin, V., Geraert, P. A.,  
545   Adeola, O., Ajuwon, K. M. 2013. Impact of exogenous carbohydrases and phytase on  
546   performance and nutrient digestibility in broilers. Can. J. Anim. Sci. 93: 243-249.

- 547           29. Cowieson, A. J., Ravindran, V. 2008. Effect of exogenous enzymes in maize-  
548 based diets varying in nutrient density for young broilers: growth performanc and  
549 digestibility of energy minerals and amino acids. *British Poultry Science*. 49: 37-44.
- 550           30. Liu, N., Ru, Y. J. Cowieson, A. J., Li, F. D., Cheng, X. CH. 2008. Effects of  
551 phytate and phytase on the performance and immune function of broilers fed nutritionally  
552 marginal diets. *Poultry Science*. 87: 1105-1111.
- 553           31. Meng, X., Slominski, B. A. 2005. Nutritive values of corn, Soybean meal,  
554 Canola Meal, and peas for broiler chickens as affected by a multicarbohydase preparation  
555 of cell wall degrading enzymes. *Poultry Science* 84: 1242-1251.
- 556           32. Cowieson, A. J., Wilcock, P., Bedford, M.R. 2011. Super-dosing effects of  
557 phytase in poultry and other monogastrics. *World's Poultry Science Association*, 60: 225-  
558 236.
- 559           33. Cardoso, D.M., Maciel, M.P., Passos, D.P., Silva, F.V., Reis, S.T., Aiura, F.S.  
560 2011. Efeito do uso de complexos enzimático em rações para frangos de corte. *Arch.*  
561 *Zootec*. 60:1053-1064.
- 562           34. Stefanello, C., Vieira, S. L., Santiago, G.O., Kindlein, L., Sorbara, J.O.B.,  
563 Cowieson,A.J. 2015. Starch digestibility, energy utilization, and growth performance of  
564 broilers fed corn-soybean basal diets supplemented with enzymes. *Poultry Science*. 94:  
565 2472-2479.
- 566           35. Selle, P.H., Ravindran, V., Cowieson, A.J., Bedford, M.R. 2010. Phytate and  
567 phytase 170-206 in *Enzymes in farm animal nutrition 2<sup>o</sup>edition* Bedford, M., Partridge,  
568 G. G. USA.

36. Woyengo, T.A., Jerez, B.K., Nollm, S.L. Wilson, J. 2019. Enhancing nutriente utilization of broiler chickens through supplemental enzymes. *Poultry Science*. 98:1302-1309.

37. Rutherford, S. M., Chung, T. K., Moughan, P. J. 2007. The effect of a commercial enzyme preparation on apparent metabolizable energy, the true ileal amino acid digestibility, and endogenous ileal lysine losses in broiler chickens. *Poultry Science*. 86: 665-672.

38. Amerah, A.M., Romero, L.F., Awati, A., Ravindran, V. 2017. Effect of exogenous xylanase, amylase, and protease as single or combined activities on nutrient digestibility and growth performance of broilers fed corn/soy diets. *Poultry Science*. 96: 807-816.

39. Walk, C. L., Poernama, F. 2018. Evaluation of phytase, xylanase, and protease in reduced nutrient diets fed to broilers. *Journal of Applied Poultry Research*. 0: 1-9.

40. Kalantar, M., Schreurs, N. M., Raza, S. H. A., Khan, R., Ahmed, J. Z., Yaghobfar, A., Shah, M. A., Kalantar, M. H., Hosseini, S. M., Rahman, S. U. 2019. Effect pf different ceral-based diets supplementd with multi-enzyme blend on growth performance villus structure and gene expression(SGLT1, GLUT2, PepT1 and MUC2) in the small intestine of broiler chickens. *Gene Reports*. 15:100376.

41. Gracia, M. I., Latorre, A., García, M., Lázaro, R., Mateos, G. G. 2003. Heat processing of Barley and enzyme supplementation of diets for broilers. *Poultry Science*, 82: 1281-1291.

42. Maiorka, A., Boleli, I. C., Macari, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. 2002. In: *Fisiologia aviária, aplicada a frangos de corte*. Campinas: Facta, Fundação Apinco de Ciências e Tecnologias Avícolas. 8: 113-124.



43. Maiorka, A., Dahlke, F., Morgulis, M.S.F.A. 2006. Broiler adaptation to post-hatching period. *Ciência Rural*. 36: 701-708.
44. Rocha, C., Maiorka, A. 2017. Lipídeos: Digestão e absorção. In *Fisiologia das aves comerciais*. Macari, M., Maiorka, A. Campinas, SP.
45. Zhu, H. L., Hu, L. L., Hou, Y. Q., Zhang, J., Ding, B. Y., 2014. The effects of enzyme supplementation on performance and digestive parameters of broilers fed corn-soybean diets. *Poultry Science*. 93: 1704-1712.
46. Caspary, F. W. 1992. Physiology and pathophysiology of intestinal absorption. *AM. J. Clin. Nutr.* 55:299-308.
47. Hussein, E.O.S., Suliman, G.M., Alowaimier A.N., Ahmed, S.H., Abd El-Hack, M. E., Taha, A. E., Swelum, A. A. 2020. Growth, carcass characteristics, and meat quality of broilers fed a low-energy diet supplemented with a multienzyme preparation. *Poultry Science*. 99: 1988-1994.
48. Cowieson, A. J., Adeola, O., 2005. Carbohydrases, Protease, and Phytase have an additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chickens. *Poultry Science*. 84: 1860-1867.
49. Pereira, A.R., Melo, C.O. 2019. Rentabilidade e risco na produção de suínos para abate no sistema por ciclo completo: uma aplicação da simulação de Monte Carlo para os estados da região sul do Brasil. *Custo e @agronegócio online*. 15: 347-375.
50. Corrar, L.J., Theophilo, C.R. 2013. Pesquisa operacional para decisão em contabilidade e administração: Contabilometria. São Paulo.

**Tabela 1.** Ingredientes e composição nutricional calculada das dietas experimentais utilizadas em frangos de corte (Experimento I)

Ingredientes	Combinações enzimáticas					
	F500 <sup>1</sup>	F1000 <sup>2</sup>	F500Xβ <sup>3</sup>	F1000Xβ <sup>4</sup>	F500XβP <sup>5</sup>	F1000XβP <sup>6</sup>
Milho	55.64	56.30	56.90	57.56	57.58	58.25
Farelo de soja 46%	34.38	34.41	33.87	33.91	33.63	33.67
Farinha Carne Ossos 45%	3.51	2.92	3.51	2.92	3.51	2.92
Óleo de soja	3.42	3.19	2.67	2.44	2.22	1.99
Calcário	0.545	0.664	0.552	0.662	0.565	0.665
Sal comum	0.395	0.405	0.395	0.404	0.395	0.404
DL-Metionina 98%	0.318	0.314	0.310	0.306	0.306	0.303
L-Lisina HCL 78%	0.209	0.214	0.212	0.218	0.214	0.219
L-Treonina 98.5%	0.058	0.058	0.056	0.055	0.055	0.054
Premix Vitamínico <sup>7</sup>	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130
Premix Mineral <sup>8</sup>	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130
Celite	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Salinomicina 12%	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055
Avilamicina 20%	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
BHT	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
Enzimas	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Total, %	100	100	100	100	100	100
Composição calculada						
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3180	3180	3180	3180	3180	3180
Proteína Bruta	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
Cálcio	0.893	0.893	0.893	0.893	0.893	0.893
Fósforo Disponível	0.422	0.422	0.422	0.422	0.422	0.422
Sódio	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Potássio	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808
Aminoácidos Digestíveis (%)						
Lisina	1.288	1.288	1.288	1.288	1.288	1.288
Metionina	0.612	0.612	0.612	0.612	0.612	0.612
Metionina+Cisteína	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920
Treonina	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805
Triptofano	0.242	0.242	0.242	0.242	0.242	0.242
Isoleucina	0.866	0.866	0.866	0.866	0.866	0.866
Valina	0.942	0.942	0.942	0.942	0.942	0.942
Arginina	1.393	1.393	1.393	1.393	1.393	1.393
Leucina	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665
Histidina	0.509	0.509	0.509	0.509	0.509	0.509

<sup>1</sup>F500 - Fitase com 500 FTU/kg; <sup>2</sup>F1000- Fitase com 1000 FTU/kg; <sup>3</sup>F500Xβ- Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase; <sup>4</sup>F1000Xβ - Fitase com 1000 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase; <sup>5</sup>F500XβP - Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+βGlucanase+Protease; <sup>6</sup>F1000XβP - Fitase com 1000 FTU/KG+Xilanase+β-Glucanase+Protease. <sup>7</sup>Premix Vitamínico - Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A - 9375 UI; Vit. D3 - 2375 UI; Vit E - 35 UI; Vit B1 - 2,50 mg; Vit B2 - 6,25 mg; Vit B6 - 3,5 mg; Vit B12 - 0,015 mg; Ácido nicotínico - 37,5 mg; Ác. Pantotênico - 12,5mg; Vit. K3 - 1,88mg; Ác. Fólico - 0,875mg; Biotina - 0,088 mg. <sup>8</sup>Premix Mineral- Níveis de garantia por kg de ração: Selênio - 0,375 mg; Manganês- 88 mg; Ferro -62,5 mg; Zinco - 81,3 mg; Cobre- 12,5 mg; Iodo- 1,25 mg

**Tabela 2.** Energia etabolizável (EM), cálcio (Ca), fósforo disponível (P. disp.),lisina (Lis. dig), metionina+cisteína (M+C dig) e treonina digestível (Treo dig) disponibilizada pelas combinações de enzimas

Nutrientes	F500 <sup>1</sup>	F1000 <sup>2</sup>	F500Xβ <sup>3</sup>	F1000Xβ <sup>4</sup>	F500XβP <sup>5</sup>	F1000XβP <sup>6</sup>
EM,kcal/kg	30	40	65	75	87	97
Ca %	0.125	0.163	0.125	0.163	0.125	0.163
P. disp. %	0.125	0.163	0.125	0.163	0.125	0.163
Lis dig %	0.013	0.017	0.021	0.025	0.024	0.028
M+C dig %	0.018	0.023	0.028	0.033	0.032	0.037
Treo dig %	0.017	0.022	0.024	0.029	0.027	0.032

<sup>1</sup>F500 - Fitase com 500 FTU/kg; <sup>2</sup>F1000- Fitase com 1000 FTU/kg; <sup>3</sup>F500Xβ- Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase; <sup>4</sup>F1000Xβ - Fitase com 1000 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase; <sup>5</sup>F500XβP - Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+βGlucanase+Protease; <sup>6</sup>F1000XβP - Fitase com 1000 FTU/KG+Xilanase+β-Glucanase+Protease.

**Tabela 3.** Ingredientes e composição nutricional calculada das dietas utilizadas em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade (Experimento II)

Ingredientes	Combinações enzimáticas					
	F500 <sup>1</sup>	F1000 <sup>2</sup>	F500Xβ <sup>3</sup>	F1000Xβ <sup>4</sup>	F500XβP <sup>5</sup>	F1000XβP <sup>6</sup>
Milho	54.07	54.72	55.53	56.20	56.25	56.92
Farelo de Soja 46%	36.72	36.74	36.03	36.06	35.75	35.79
Farinha C.Ossos 45%	3.85	3.26	3.85	3.26	3.85	3.26
Óleo de Soja	3.26	3.03	2.47	2.24	2.01	1.78
Calcário	0.566	0.683	0.568	0.681	0.578	0.684
Sal comum	0.401	0.410	0.401	0.410	0.401	0.410
DL-Metionina 98%	0.341	0.337	0.334	0.331	0.331	0.327
L-Lisina HCL 78%	0.218	0.224	0.227	0.233	0.230	0.235
L-Treonina 98.5%	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.061
Cl. de Colina 60%	0.084	0.085	0.086	0.086	0.086	0.086
Premix Vitamínico <sup>7</sup>	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130
Premix Mineral <sup>8</sup>	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130
Salinomicina 12%	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055
Avilamicina 20%	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
BHT	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
Enzimas	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050

Total, %	100	100	100	100	100	100
Composição calculada						
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3146	3146	3146	3146	3146	3146
Proteína Bruta	23.30	23.30	23.30	23.30	23.30	23.30
Cálcio	0.949	0.949	0.949	0.949	0.949	0.949
Fósforo Disponível	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444
Sódio	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205
Potássio	0.847	0.847	0.847	0.847	0.847	0.847
Aminoácidos Digestíveis (%)						
Lisina	1.363	1.363	1.363	1.363	1.363	1.363
Metionina	0.648	0.648	0.648	0.648	0.648	0.648
Metionina+Cisteína	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968
Treonina	0.846	0.846	0.846	0.846	0.846	0.846
Triptofano	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255
Isoleucina	0.908	0.908	0.908	0.908	0.908	0.908
Valina	0.986	0.986	0.986	0.986	0.986	0.986
Arginina	1.468	1.468	1.468	1.468	1.468	1.468
Leucina	1.730	1.730	1.730	1.730	1.730	1.730
Histidina	0.532	0.532	0.532	0.532	0.532	0.532

<sup>1</sup>F500 - Fitase com 500 FTU/kg; <sup>2</sup>F1000- Fitase com 1000 FTU/kg; <sup>3</sup>F500Xβ- Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase; <sup>4</sup>F1000Xβ - Fitase com 1000 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase; <sup>5</sup>F500XβP - Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+βGlucanase+Protease; <sup>6</sup>F1000XβP - Fitase com 1000 FTU/KG+Xilanase+β-Glucanase+Protease. <sup>7</sup>Premix Vitamínico - Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A - 9375 UI; Vit. D3 - 2375 UI; Vit E - 35 UI; Vit B1 - 2,50 mg; Vit B2 - 6,25 mg; Vit B6 - 3,5 mg; Vit B12 - 0,015 mg; Ácido nicotínico - 37,5 mg; Ác. Pantotênico - 12,5mg; Vit. K3 - 1,88mg; Ác. Fólico - 0,875mg; Biotina - 0,088 mg. <sup>8</sup>Premix Mineral- Níveis de garantia por kg de ração: Selênio - 0,375 mg; Manganês- 88 mg; Ferro -62,5 mg; Zinco - 81,3 mg; Cobre- 12,5 mg; Iodo- 1,25 mg.

**Tabela 4.** Ingredientes e composição nutricional calculada das dietas utilizadas em frangos de corte de 22 a 42 dias de idade (Experimento II)

Ingredientes	Combinações enzimáticas					
	F500 <sup>1</sup>	F1000 <sup>2</sup>	F500Xβ <sup>3</sup>	F1000Xβ <sup>4</sup>	F500XβP <sup>5</sup>	F1000XβP <sup>6</sup>
Milho	62.07	62.67	63.26	63.95	64.04	64.65
Farelo de Soja 46%	29.59	29.64	29.20	29.13	28.84	28.89
Farinha C.Ossos 45%	2.50	1.95	2.51	1.95	2.51	1.95
Óleo de Soja	3.94	3.72	3.17	2.95	2.72	2.50
Calcário	0.599	0.702	0.563	0.708	0.602	0.710
Sal comum	0.368	0.375	0.367	0.375	0.367	0.374
DL-Metionina 98%	0.261	0.257	0.253	0.250	0.250	0.246
L-Lisina HCL 78%	0.168	0.173	0.172	0.176	0.173	0.178
L-Treonina 98.5%	0.038	0.037	0.036	0.035	0.035	0.034
Cl. de Colina 60%	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Premix Vitamínico <sup>7</sup>	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110
Premix Mineral <sup>8</sup>	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110
Salinomicina 12% <sup>9</sup>	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055
Avilamicina 20%	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
BHT	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
Enzimas	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Total, %	100	100	100	100	100	100

Composição Calculada						
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3248	3248	3248	3248	3248	3248
Proteína Bruta	19.93	19.93	19.93	19.93	19.93	19.93
Cálcio	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776
Fósforo Disponível	0.363	0.363	0.363	0.363	0.363	0.363
Sódio	0.182	0.182	0.182	0.182	0.182	0.182
Potássio	0.733	0.733	0.733	0.733	0.733	0.733
Aminoácidos Digestíveis (%)						
Lisina	1.117	1.117	1.117	1.117	1.117	1.117
Metionina	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533
Metionina+Cistina	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819
Treonina	0.716	0.716	0.716	0.716	0.716	0.716
Triptofano	0.216	0.216	0.216	0.216	0.216	0.216
Isoleucina	0.780	0.780	0.780	0.780	0.780	0.780
Valina	0.855	0.855	0.855	0.855	0.855	0.855
Arginina	1.237	1.237	1.237	1.237	1.237	1.237
Leucina	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551
Histidina	0.465	0.465	0.465	0.465	0.465	0.465

<sup>1</sup>F500 - Fitase com 500 FTU/kg; <sup>2</sup>F1000- Fitase com 1000 FTU/kg; <sup>3</sup>F500Xβ- Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase; <sup>4</sup>F1000Xβ - Fitase com 1000 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase; <sup>5</sup>F500XβP - Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+βGlucanase+Protease; <sup>6</sup>F1000XβP - Fitase com 1000 FTU/KG+Xilanase+β-Glucanase+Protease. <sup>7</sup>Premix Vitaminico - Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A - 9375 UI; Vit. D3 - 2375 UI; Vit E - 35 UI; Vit B1 - 2,50 mg; Vit B2 - 6,25 mg; Vit B6 - 3,5 mg; Vit B12 - 0,015 mg; Ácido nicotínico - 37,5 mg; Ác. Pantotênico - 12,5mg; Vit. K3 - 1,88mg; Ác. Fólico - 0,875mg; Biotina - 0,088 mg. <sup>8</sup>Priemix Mineral- Níveis de garantia por kg de ração: Selênio - 0,375 mg; Manganês- 88 mg; Ferro -62,5 mg; Zinco - 81,3 mg; Cobre- 12,5 mg; Iodo- 1,25 mg. <sup>9</sup>Retirada da dieta a partir após 35 dias de idade.

**Tabela 5.** Combinações enzimáticas em dietas para frangos de corte sobre o coeficiente digestibilidade da matéria seca (CDMS), energia bruta (CDEB), retenção de nitrogênio (RN) e valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn)

	CDMS, %	RN, %	RN, g/ave/d	CDEB, %	EMA, kcal/kg/ MS	EMAn, kcal/kg/ MS
FTU x ENZIMAS						
F500 <sup>1</sup>	76.33	69.00	2.793	79.3	3205	3100
F1000 <sup>2</sup>	75.17	67.50	2.738	78.3	3176	3074
F500Xβ <sup>3</sup>	76.67	69.33	2.777	79.3	3161	3053
F1000Xβ <sup>4</sup>	75.67	68.00	2.732	78.5	3131	3031
F500XβP <sup>5</sup>	75.17	69.33	2.793	78.2	3119	3015
F1000XβP <sup>6</sup>	76.33	69.50	2.770	79.0	3112	3006

SEM	0.839	1.259	0.079	0.739	29.761	28.594
FTU						
F500 <sup>1,3,5</sup>	76.05	69.22	2.78	78.94	3161	3055
F1000 <sup>2,4,6</sup>	75.72	68.33	2.74	78.61	3139	3037
SEM	0.484	0.727	0.045	0.426	17.182	16.509
ENZIMAS - ENZ						
F500/F1000 <sup>1,2</sup>	75.75	68.25	2.76	78.83	3190 <sup>a</sup>	3087 <sup>a</sup>
Xβ <sup>3,4</sup>	76.16	68.66	2.75	78.91	3145 <sup>ab</sup>	3041 <sup>ab</sup>
XβP <sup>5,6</sup>	75.75	69.41	2.78	78.58	3115 <sup>b</sup>	3010 <sup>b</sup>
SEM	0.593	0.89	0.055	0.522	21.044	20.219
P. VALUE						
FTU	0.630	0.394	0.528	0.584	0.370	0.431
ENZIMAS	0.849	0.647	0.941	0.896	0.052	0.038
FTU X ENZIMAS	0.315	0.768	0.979	0.401	0.911	0.950

<sup>1</sup>**F500** - Fitase com 500 FTU/kg; <sup>2</sup>**F1000**- Fitase com 1000 FTU/kg; <sup>3</sup>**F500Xβ**- Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase; <sup>4</sup>**F1000Xβ** - Fitase com 1000 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase; <sup>5</sup>**F500XβP** - Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+βGlucanase+Protease; <sup>6</sup>**F1000XβP** - Fitase com 1000 FTU/kg+Xilanase+βGlucanase+Protease

701 **Tabela 6.** Combinações enzimáticas em dietas para frangos de corte sobre os coeficientes de digestibilidade estandardizada (%) de aminoácidos digestíveis essenciais e não essenciais

	Lys	Met	M+C	Thr	Arg	Ile	Leu	Val	His	Phe	Cis	Tyr	Gly	Ser	Pro	Ala	Asp	Glu
FTU x ENZIMAS																		
F500 <sup>1</sup>	94.29	98.16	96.26	91.43	96.4	93.86	93.7 <sup>cd</sup>	93.46	91.22	94.85	94.44	94.62	87.91	96.65	95.96	92.37	91.34	93.75
F1000 <sup>2</sup>	94.57	98.05	95.78	92.33	96.6	93.84	93.8 <sup>cd</sup>	93.63	91.83	94.83	93.28	94.76	88.33	96.85	95.98	92.79	91.72	93.74
F500Xβ <sup>3</sup>	94.68	98.65	96.97	92.41	97.1	94.90	94.4 <sup>ab</sup>	94.40	92.24	95.57	95.73	95.32	88.73	97.58	97.31	93.59	92.51	94.83
F1000Xβ <sup>4</sup>	94.12	98.10	95.72	91.41	96.2	93.83	93.5 <sup>d</sup>	93.49	90.90	94.61	93.64	94.12	87.84	96.60	95.72	92.50	90.91	94.00
F500XβP <sup>5</sup>	94.65	98.01	95.84	92.86	96.6	94.49	94.5 <sup>a</sup>	94.10	92.64	94.92	94.11	95.03	88.50	98.25	96.62	93.91	92.17	94.91
F1000XβP <sup>6</sup>	94.24	98.07	95.60	92.21	96.3	93.71	94.0 <sup>ac</sup>	93.11	92.30	94.50	93.46	94.05	88.64	98.31	96.89	92.94	91.71	94.90
SEM	0.179	0.206	0.267	0.401	0.22	0.226	0.176	0.312	0.388	0.206	0.307	0.347	0.687	1.098	1.121	0.405	0.386	0.186
FTU																		
F500 <sup>1,3,5</sup>	94.54	98.27	96.35 <sup>a</sup>	92.23	96.69	94.41 <sup>a</sup>	94.2	93.98 <sup>a</sup>	92.03	95.11 <sup>a</sup>	94.76 <sup>a</sup>	94.98 <sup>a</sup>	88.38	97.49	96.63	93.29	92.01	94.50
F1000 <sup>2,4,6</sup>	94.31	98.07	95.69 <sup>b</sup>	91.98	96.37	93.79 <sup>b</sup>	93.8	93.40 <sup>b</sup>	91.68	94.64 <sup>b</sup>	93.46 <sup>b</sup>	94.30 <sup>b</sup>	88.27	97.25	96.20	92.74	91.45	94.22
SEM	0.104	0.119	0.154	0.231	0.129	0.130	0.102	0.180	0.224	0.119	0.177	0.200	0.397	0.634	0.647	0.233	0.223	0.108
ENZIMAS - ENZ																		
F500 /F1000 <sup>1,2</sup>	94.43	98.11	96.02	91.88	96.47	93.85	93.74	93.55	91.53	94.84	93.85 <sup>b</sup>	94.69	88.12	96.75	95.97	92.58	91.53	93.75 <sup>c</sup>
Xβ <sup>3,4</sup>	94.40	98.38	96.34	91.91	96.66	94.36	93.96	93.94	91.57	95.09	94.68 <sup>a</sup>	94.72	88.28	97.09	96.51	93.04	91.71	94.41 <sup>b</sup>
XβP <sup>5,6</sup>	94.45	98.04	95.72	92.54	96.45	94.10	94.24	93.60	92.47	94.71	93.78 <sup>b</sup>	94.54	88.57	98.28	96.76	93.43	91.94	94.90 <sup>a</sup>
SEM	0.126	0.145	0.190	0.283	0.160	0.160	0.120	0.220	0.270	0.150	0.220	0.250	0.490	0.780	0.790	0.290	0.270	0.130
P. VALUE																		
FTU	0.124	0.243	0.005	0.449	0.09	0.005	0.010	0.030	0.270	0.010	<0001	0.020	0.850	0.790	0.640	0.110	0.090	0.075
ENZ	0.960	0.229	0.080	0.194	0.60	0.090	0.030	0.400	0.050	0.190	0.010	0.860	0.810	0.350	0.780	0.130	0.580	<0001
FTU x ENZ	0.057	0.327	0.158	0.056	0.08	0.070	0.010	0.130	0.060	0.090	0.070	0.130	0.610	0.840	0.670	0.140	0.050	0.052

<sup>1</sup>F500 - Fitase com 500 FTU/kg; <sup>2</sup>F1000- Fitase com 1000 FTU/kg; <sup>3</sup>F500Xβ- Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase; <sup>4</sup>F1000Xβ - Fitase com 1000 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase; <sup>5</sup>F500XβP - Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+βGlucanase+Protease; <sup>6</sup>F1000XβP - Fitase com 1000 FTU/kg+Xilanase+βGlucanase+Protease



**Tabela 7.** Combinações enzimáticas sobre a altura dos vilos (AV), profundidade da cripta (PC) e relação vilo:cripta (VC) no duodeno e jejuno de frangos de corte aos 42 dias de idade.

	DUODENO			JEJUNO		
	FTU X ENZIMAS					
	AV $\mu\text{m}$	PC $\mu\text{m}$	V:C	AV $\mu\text{m}$	PC $\mu\text{m}$	V:C
F500 <sup>1</sup>	1519.1	136.1	11.21	1489.2	137.7	10.8
F1000 <sup>2</sup>	1293.1	143.7	9.08	1446.1	147.0	9.86
F500X $\beta$ <sup>3</sup>	1458.4	134.7	10.87	1630.2	141.6	11.51
F1000X $\beta$ <sup>4</sup>	1508.8	136.1	9.78	1528.0	139.9	10.97
F500X $\beta$ P <sup>5</sup>	1492.6	133.2	11.20	1446.2	141.1	10.30
F1000X $\beta$ P <sup>6</sup>	1294.5	140.6	9.25	1390.9	146.2	9.59
SEM	0.839	1.259	0.079	0.739	29.761	28.594
	FTU					
F500 <sup>1,3,5</sup>	1490.0	134.5 <sup>a</sup>	11.09 <sup>a</sup>	1521.9	140.1 <sup>a</sup>	10.88 <sup>a</sup>
F1000 <sup>2,4,6</sup>	1365.5	140.1 <sup>b</sup>	9.36 <sup>b</sup>	1455.0	144.3 <sup>b</sup>	10.13 <sup>b</sup>
SEM	53.70	0.791	0.176	29.46	0.800	0.214
	ENZIMAS - ENZ					
F500/F1000 <sup>1,2</sup>	1406.1	139.9 <sup>b</sup>	10.14	1467.6 <sup>a,b</sup>	142.4	10.34 <sup>b</sup>
X $\beta$ <sup>3,4</sup>	1483.6	135.2 <sup>a</sup>	10.32	1579.1 <sup>a</sup>	140.7	11.23 <sup>a</sup>
X $\beta$ P <sup>5,6</sup>	1393.6	136.9 <sup>a,b</sup>	10.22	1418.5 <sup>b</sup>	143.6	9.94 <sup>b</sup>
SEM	65.77	0.969	0.215	36.082	0.980	0.262
	P. VALUE					
FTU	0.1024	<0001	<0001	0.1096	0.0003	0.0150
ENZIMAS	0.5778	0.0024	0.8292	0.0062	0.1132	0.0021
FTU X ENZIMAS	0.2641	0.0623	0.1916	0.8297	0.0004	0.8435

<sup>1</sup>F500 - Fitase com 500 FTU/kg; <sup>2</sup>F1000- Fitase com 1000 FTU/kg; <sup>3</sup>F500X $\beta$ - Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+ $\beta$ -Glucanase; <sup>4</sup>F1000X $\beta$  - Fitase com 1000 FTU/kg+Xilanase+ $\beta$ -Glucanase; <sup>5</sup>F500X $\beta$ P - Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+ $\beta$ -Glucanase+Protease; <sup>6</sup>F1000X $\beta$ P - Fitase com 1000 FTU/KG+Xilanase+ $\beta$ -Glucanase+Protease

702

703

704

705

**Tabela 8.** Combinações enzimáticas sobre o ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte em diferentes idades

	1 a 21 dias de idade			21 a 42 dias de idade			1 a 42 dias de idade		
	GP, kg	CR, kg	CA, kg/kg	GP, kg	CR, kg	CA, kg/kg	GP, kg	CR, kg	CA, kg/kg
FTU x ENZIMAS									
F500 <sup>1</sup>	1.103	1.250	1.133	2.076	3.426	1.652	3.179	4.676	1.472
F1000 <sup>2</sup>	1.114	1.242	1.116	2.105	3.491	1.658	3.219	4.733	1.470
F500Xβ <sup>3</sup>	1.101	1.252	1.137	2.109	3.486	1.653	3.210	4.738	1.476
F1000Xβ <sup>4</sup>	1.073	1.240	1.156	2.121	3.449	1.627	3.194	4.688	1.468
F500XβP <sup>5</sup>	1.100	1.254	1.140	2.083	3.452	1.658	3.183	4.706	1.479
F1000XβP <sup>6</sup>	1.088	1.244	1.143	2.091	3.505	1.677	3.180	4.717	1.483
SEM	0.109	0.986	0.2918	0.391	0.248	0.194	0.369	0.243	0.182
FTU									
F500 <sup>1,3,5</sup>	1.101	1.252	1.137	2.106	3.481	1.652	3.197	4.712	1.473
F1000 <sup>2,4,6</sup>	1.091	1.242	1.138	2.090	3.454	1.652	3.191	4.706	1.474
SEM	0.005	0.009	0.007	0.009	0.017	0.009	0.010	0.021	0.005
ENZIMAS – ENZ									
F500/F1000 <sup>1,2</sup>	1.108	1.246	1.124	2.091	3.458	1.653	3.199	4.704	1.470
Xβ <sup>3,4</sup>	1.087	1.246	1.146	2.115	3.467	1.639	3.202	4.713	1.471
XβP <sup>5,6</sup>	1.094	1.249	1.141	2.087	3.478	1.666	3.181	4.711	1.480
SEM	0.007	0.012	0.009	0.011	0.021	0.011	0.012	0.026	0.007
P. VALUE									
FTU	0.2270	0.4612	0.9042	0.2343	0.2725	0.9901	0.6471	0.8399	0.8518
ENZ	0.1064	0.9796	0.2222	0.2092	0.7978	0.2465	0.4724	0.9697	0.5491
FTU x ENZ	0.1568	0.9876	0.3864	0.8039	0.1896	0.3709	0.2649	0.3567	0.8258

<sup>1</sup>F500 - Fitase com 500 FTU/kg; <sup>2</sup>F1000- Fitase com 1000 FTU/kg; <sup>3</sup>F500Xβ- Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase; <sup>4</sup>F1000Xβ - Fitase com 1000 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase;

<sup>5</sup>F500XβP - Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+βGlucanase+Protease; <sup>6</sup>F1000XβP - Fitase com 1000 FTU/kg+Xilanase+βGlucanase+Protease

**Tabela 9.** Efeito de combinações enzimáticas sobre o rendimento de carcaça e partes (%) de frangos de corte aos 42 dias de idade

	Carcaça	Peito	Coxa	Sobrecoxa	Asa
FTU X ENZIMAS					
F500 <sup>1</sup>	76.75	36.34	12.65	15.25	9.62
F1000 <sup>2</sup>	76.42	36.46	12.36	15.18	9.61
F500Xβ <sup>3</sup>	76.16	36.85	12.59	14.60	9.59
F1000Xβ <sup>4</sup>	76.96	36.37	12.61	14.38	9.42
F500XβP <sup>5</sup>	76.33	36.62	13.14	15.59	9.26
F1000XβP <sup>6</sup>	75.97	35.99	12.63	15.12	9.36
SEM	0.888	0.824	0.233	0.164	0.303
FTU					
F500 <sup>1,3,5</sup>	76.41	36.61	12.80	15.16	9.49
F1000 <sup>2,4,6</sup>	76.44	36.27	12.53	14.89	9.46
SEM	0.365	0.253	0.124	0.204	0.082
ENZIMAS - ENZ					
F500/F1000 <sup>1,2</sup>	76.58	36.40	12.51	15.22 <sup>ab</sup>	9.62
Xβ <sup>3,4</sup>	76.56	36.61	12.60	14.49 <sup>b</sup>	9.51
XβP <sup>5,6</sup>	76.15	36.31	12.88	15.35 <sup>a</sup>	9.31
SEM	0.447	0.310	0.152	0.250	0.100
P. VALUE					
FTU	0.9591	0.3514	0.1346	0.3483	0.7972
ENZIMAS	0.7463	0.7756	0.2144	0.0377	0.0849
FTU X ENZIMAS	0.5830	0.6839	0.4557	0.8455	0.6188

<sup>1</sup>**F500** - Fitase com 500 FTU/kg; <sup>2</sup>**F1000**- Fitase com 1000 FTU/kg; <sup>3</sup>**F500Xβ**- Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase; <sup>4</sup>**F1000Xβ** - Fitase com 1000 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase; <sup>5</sup>**F500XβP** - Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+βGlucanase+Protease; <sup>6</sup>**F1000XβP** - Fitase com 1000 FTU/KG+Xilanase+β-Glucanase+Protease

709

**Tabela 10.** Descritiva dos custos das dietas e dos custos por ganho de peso GP para as fases de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade

Itens	Combinações enzimáticas					
	F500 <sup>1</sup>	F1000 <sup>2</sup>	F500Xβ <sup>3</sup>	F1000Xβ <sup>4</sup>	F500XβP <sup>5</sup>	F1000XβP <sup>6</sup>
Fase 1 a 21						
Custo dieta						
Mínimo (R\$/kg)	0,709	0,701	0,702	0,694	0,701	0,694
Máximo (R\$/kg)	2,041	2,044	2,047	2,050	2,054	2,057
Média (R\$/kg)	1,321±0,218	1,319±0,220	1,321±0,221	1,319±0,223	1,325±0,222	1,323±0,224
Custo por GP						
Mínimo (R\$/kg)	0,833	0,772	0,819	0,807	0,765	0,804
Máximo (R\$/kg)	2,649	2,323	2,402	2,506	2,486	2,465
Médio (R\$/kg)	1,540±0,260	1,496±0,254	1,524±0,258	1,537±0,261	1,515±0,262	1,540±0,266
Fase 22 a 42						
Custo dieta						
Mínimo (R\$/kg)	0,625	0,618	0,619	0,611	0,618	0,611
Máximo (R\$/kg)	1,982	1,985	1,988	1,990	1,994	1,997
Média (R\$/kg)	1,257±0,230	1,255±0,232	1,258±0,233	1,254±0,236	1,260±0,235	1,258±0,237
Custo por GP						
Mínimo (R\$/kg)	1,062	0,960	1,001	0,982	1,027	1,001
Máximo (R\$/kg)	3,354	3,414	3,323	3,435	3,352	3,425
Média (R\$/kg)	2,085±0,391	2,092±0,394	2,074±0,388	2,031±0,387	2,092±0,394	2,109±0,404

710 <sup>1</sup>**F500** - Fitase com 500 FTU/kg; <sup>2</sup>**F1000**- Fitase com 1000 FTU/kg; <sup>3</sup>**F500Xβ**- Fitase com 500 FTU/kg+Xilanase+β-  
711 Glucanase; <sup>4</sup>**F1000Xβ** - Fitase com 1000 FTU/kg+Xilanase+β-Glucanase; <sup>5</sup>**F500XβP** - Fitase com 500  
712 FTU/kg+Xilanase+βGlucanase+Protease; <sup>6</sup>**F1000XβP** - Fitase com 1000 FTU/KG+Xilanase+β-Glucanase+Protease

713

714

715

716

717

718

719

720

721

722

723

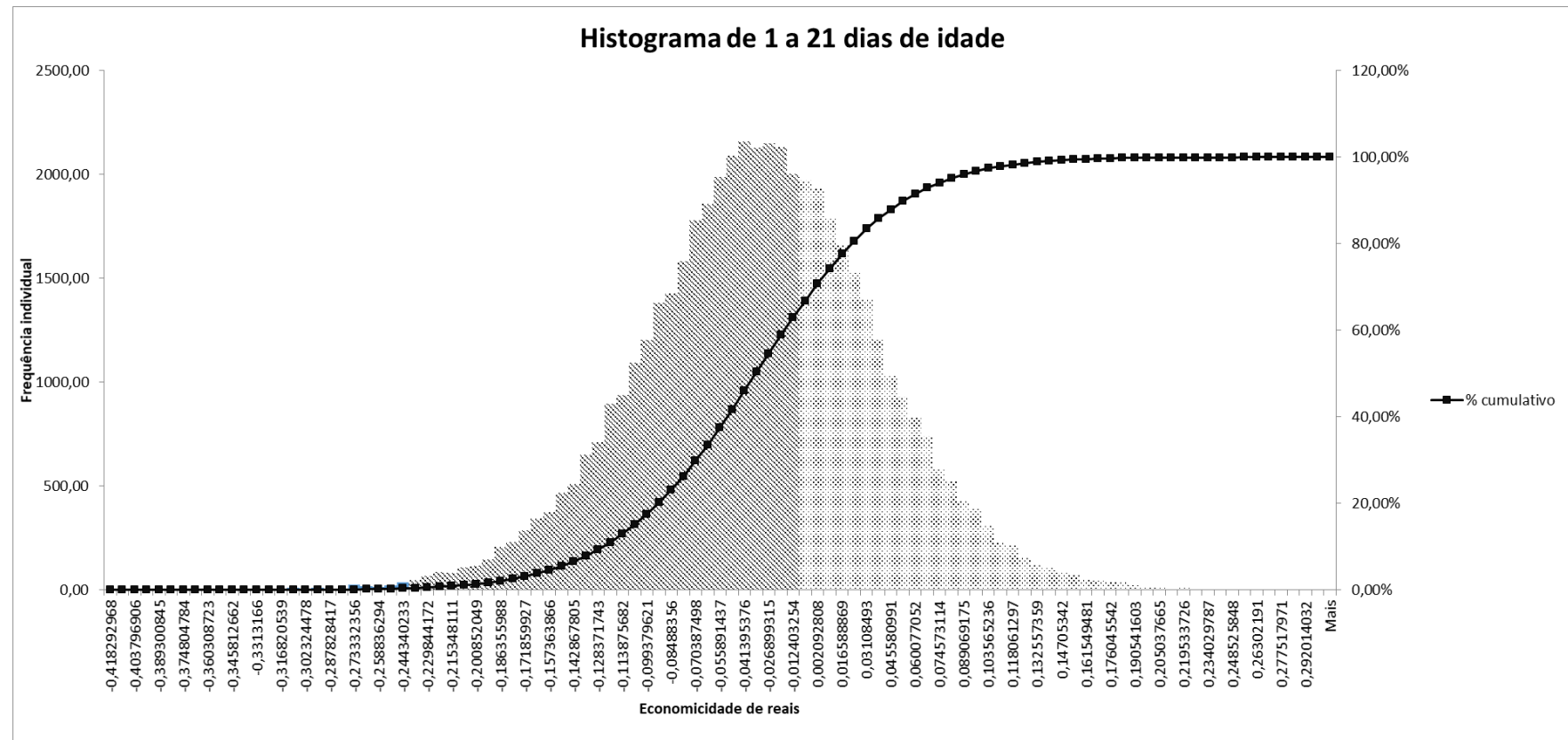
724

725

726

727 **Figura 1.** Histograma de economicidade das dietas de frangos de corte, para fase de 1 a 21 dias de idade

728

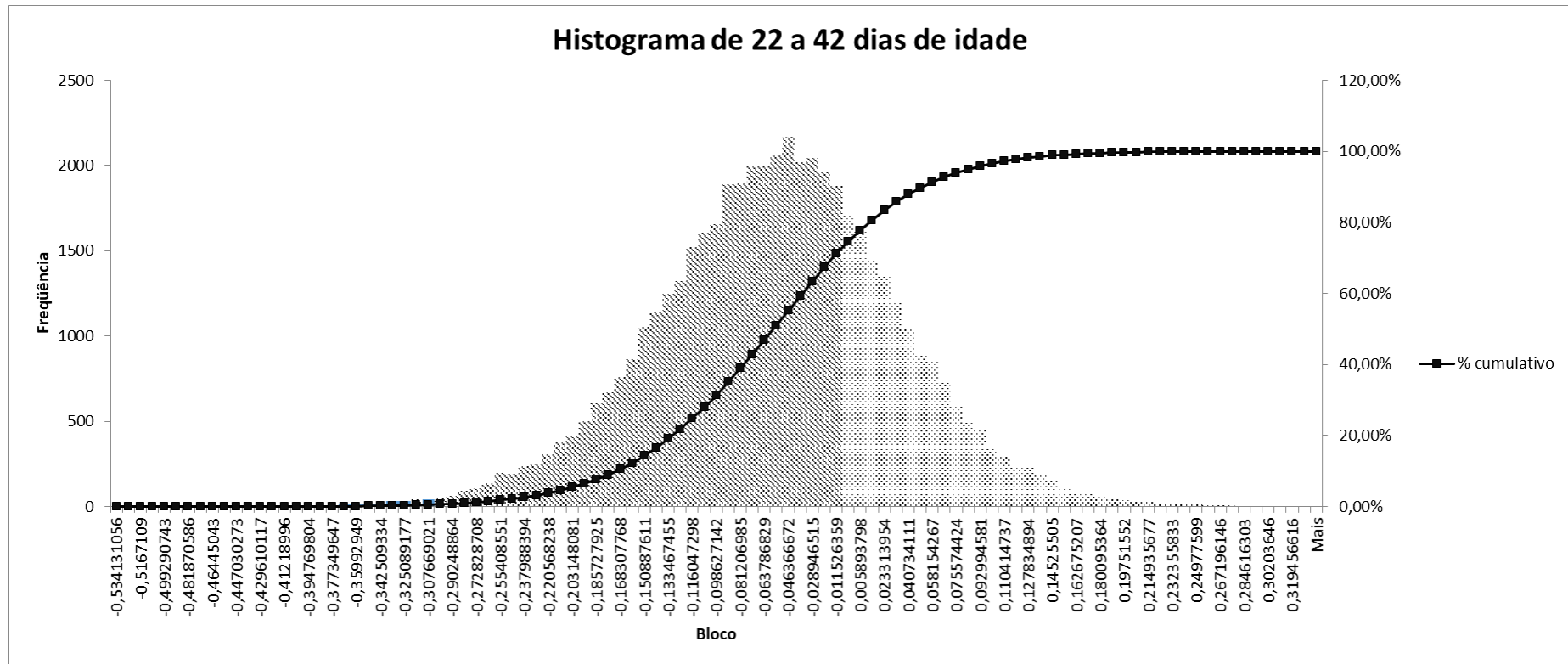


729

730

731 **Figura 2.** Histograma de economicidade das dietas de frangos de corte, para fase de 22 a 42 dias de idade

732



733

734